

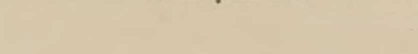

# Das Zodiakallicht,

## eine Folge des Baues unseres Planetensystems.

---

1. Wissenschaftliche Beilage für das Programm des Gymnasiums zu Stolp 1882.

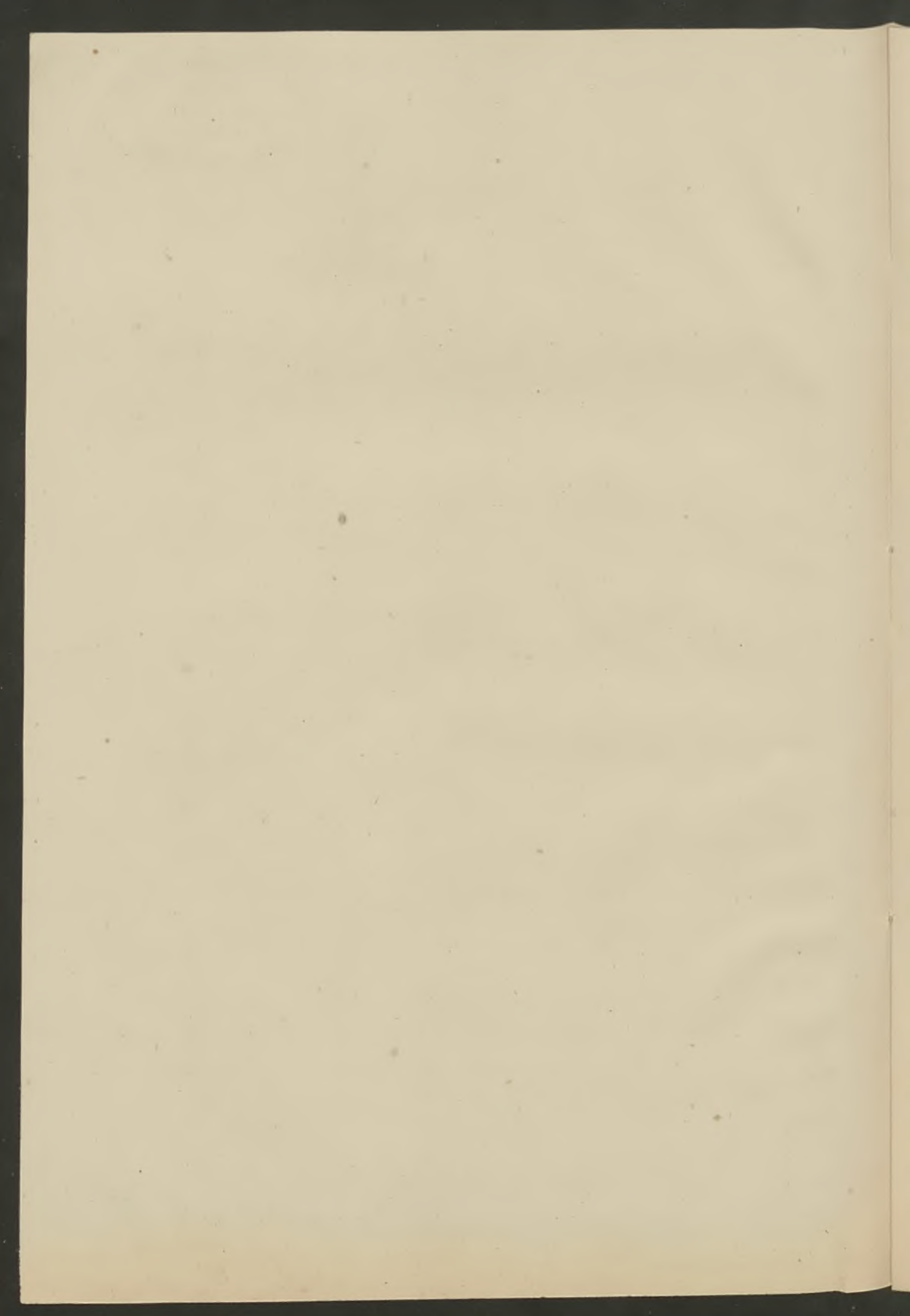
**Dr. E. Suchsland.**

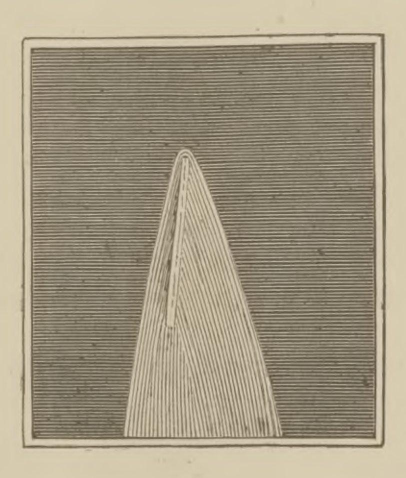


STOLP, 1882.

F. W. Feige's Buchdruckerei in Stolp (Exped. der „Stolper Post").

1882. Progr. No. 122.





## §. 1.

# Beschreibung des Phänomens.

In unseren Gegenden sieht der aufmerksame Beobachter bei klarem Wetter besonders in den Monaten Februar, März und April kurz nach Sonnenuntergang am westlichen Himmel gegen die Plejaden gerichtet, und in den Monaten September und October kurz vor Sonnenaufgang am östlichen Himmel einen schwachen weisslichen Schein, welcher in grossen Zügen die Form eines Kegels zeigt und gegen den Horizont eine mässige Neigung bewahrt. Der weissliche Schimmer lässt sich am besten mit der Milchstrasse vergleichen und erstreckt sich längs des Tierkreises. Von dieser Lage hat die Erscheinung den Namen Tierkreis- oder Zodiakallicht erhalten.

Wegen der geringen Intensität des Zodiakallichtes wird seine Wahrnehmung durch viele zufällige kleine Umstände erschwert, und man muss, will man vor vergeblichen Bemühungen oder vor Täuschungen möglichst sicher sein, wohl auf sie achten. Solche Hindernisse sind: Schein der auch nur ca. 4 Tage alten Mondsichel, Nähe von hellen Planeten, Wetterleuchten, Anwesenheit von Lampenlicht (Gaslaternen), Reiz der Nervenhaut durch vorher gesehenes helles Licht.

Als merkwürdig soll gleich hier hervorgehoben werden, dass oft bei ganz gleichen und vorzüglichen irdischen Bedingungen das Zodiakallicht an einigen Tagen gesehen wird, dann verschwindet und darauf wieder wie früher bemerkbar ist. Ja in der Helligkeit an einem und demselben Abend oder Morgen werden öfter Schwankungen wahrgenommen

Oben wurden 5 Monate als hervorragend geeignet zur Beobachtung des Zodiakallichtes genannt, es ist indes durch Autoritäten wie Heis weil. Professor der Astronomie an der Königl. Akademie zu Münster und J. Schmidt, Direktor der Sternwarte zu Athen, festgestellt, dass das Zodiakallicht das ganze Jahr hindurch existiert. Dass für uns die angeführten Monate die günstigsten sind, hat seinen Grund in dem derzeitigen schnellen Übergang von Tag zu Nacht und umgekehrt, oder was dasselbe ist, in der kurzen Dauer der Abend- und Morgendämmerung. In den übrigen Monaten ist es schwer und vielleicht nur für vorzügliche, lange geübte Augen möglich, den Schein der Dämmerung von dem Schimmer des Zodiakallichtes zu unterscheiden.

Ausser dem einen Lichtkegel hat zuerst A. v. Humboldt gelegentlich einer Reise auf der Südsee im März 1803 zu gleicher Zeit abends noch einen zweiten erblickt, welcher dem ersten ostwärts gegenüber stand. Humboldt und alle seine Reisegefährten waren darüber sehr erstaunt. Sie hielten den zweiten, aber auch sehr hellen Lichtkegel für ein Spiegelbild des ersten, und das um so mehr, als beide Kegel zugleich verschwanden.

1854 sah auch Brorsen in Senftenberg in Böhmen zwei Zodiakallichter in der spiegelnden Stellung. Er nannte das eine Gegenschein des andern und erkannte den Gegenschein, nachdem er ihn einmal gesehen, fast stets.

Von da an bemühten sich namhafte Astronomen, den Gegenschein selbst zu sehen, und es ist ihnen das auch nach vielem, Heis erst nach Jahre langem Bemühen gelungen.

Und noch mehr. Durch Brorsen und Schiaparelli aufmerksam gemacht, hat man jetzt unzweifelhaft erkannt, dass ein zarter Lichtstreif den ersten Lichtkegel mit dem zweiten verbindet.

Wir haben also unter Zodiakallicht einen längs des Tierkreises sich ausdehnenden Lichtstreifen zu verstehen, welcher in der Mitte schmal und sehr schwach nach dem Horizont zu auf zwei Kegeln zu ruhen scheint. Welcher von diesen beiden Kegeln am deutlichsten zu sehen ist und welcher mit Rücksicht hierauf der Gegenschein des andern genannt wird, hängt von der Jahreszeit ab. In einigen Jahreszeiten sind beide gleich lichtschwach.

§. 2.

## Historisches und Hypothesen über das Zodiakallicht.

Die älteste Beschreibung des Zodiakallichtes rührt von Childrey her und fällt in das Jahr 1661. Derselbe war ein englischer Astronom. Er hat das Verdienst, zuerst darauf aufmerksam gemacht zu haben, dass der weissliche Schimmer etwas Anderes, als eine Fortsetzung der Abenddämmerung ist.

Wissenschaftliche Untersuchungen über die Lage der sogen. Spitze des Zodiakallichtes und Erörterungen über die Natur desselben hat zuerst Cassini, ein geborener Italiener, im Mannesalter aber naturalisierter Franzose, 1683 angestellt. Die Resultate Cassinis sind nach der Wiedergabe Argelanders in Schumachers Jahrbuch die: „dass die Sonne von einer „im Sinne der Umdrehungsachse derselben stark abgeplatteten, in der „Ebene des Äquators weit ausgedehnten Atmosphäre umgeben sei, welche „durch den Reflex der Sonnenstrahlen, wie unsere Atmosphäre die Däm„merung, so jenen linsenförmigen Schein erzeuge. Die verschiedene Breite „erklärte sich dann aus der verschiedenen Oeffnung der Ellipse, in wel„cher sich der Sonnenäquator am Himmelsraume projiciert, die verschie„dene Länge aus der grossen Beweglichkeit der Materie, die unter gewöhn„lichen Umständen bis etwas über die Venusbahn sich hinauserstreckend, „bei starker Aufregung bis weit über die Erdbahn hinaus sich ausdehne. „Besonders wurde er auf diese Erklärung auch durch den Umstand geführt, „dass die Mittellinie des Scheines nicht immer genau der Ekliptik folgte, „sondern einen bald kleineren, bald grösseren Winkel mit derselben zu „machen, und nahezu mit der grossen Achse der Ellipse zusammenzufallen „schien, unter der der Sonnenäquator sich uns jedesmal darstellt."

Nun folgt eine Reihe von Männern, aus deren Aufzeichnungen wir sehen, dass die Beobachtung des Zodiakallichtes immer fortgesetzt worden ist. Nennenswerte Abhandlungen oder neue Hypothesen sind aber nicht überliefert.

Erst zu Anfang dieses Jahrhunderts war es A. v. Humboldt, der auf seinen für alle Zweige der Naturwissenschaft so nutzbringenden Reisen seine Aufmerksamkeit unter dem heiteren Himmel der Tropengegenden auch dem Zodiakallicht zuwandte. Nach ihm haben ebenfalls andere gelehrte Reisende und Kapitäne auf die in südlichen Gegenden wirklich schöne Erscheinung geachtet. Am wichtigsten aber sind in der neueren und neusten Zeit die erstaunlich fleissigen und sorgfältigen Aufzeichnungen, welche von Julius Schmidt in Athen und Heis in Münster gemacht wurden.

Die des ersteren umspannen einen Zeitraum von 12, die des letzteren von 29 Jahren, und beide Gelehrte haben sich nicht bloss mit allgemeinen Beschreibungen begnügt, sondern sie geben ein nach festen Grundsätzen gesichtetes Zahlenmaterial, vermöge dessen es auch in späten Zeiten möglich sein wird Schlüsse über die Lage des Zodiakallichtes in den Beobachtungsjahren zu ziehen.

Schmidt spricht kein eignes Urteil über die Natur des Zodiakallichtes aus, nur verhält er sich skeptisch gegen die Ansicht Cassinis und äussert beiläufig, dass er sich noch eher das Zodiakallicht als einen Reflex des Sonnenlichtes an der unermesslichen Anzahl der die Sonne umkreisenden teleskopischen Meteore denken könnte.

Heis hingegen hat sich eine feste Ansicht gebildet. Er hält das Zodiakallicht für einen um die Erde liegenden Nebelring. Ob dieser Ring innerhalb oder ausserhalb der Mondbahn sich befinde, sei erst noch durch Versuche zu ermitteln.

§. 3.

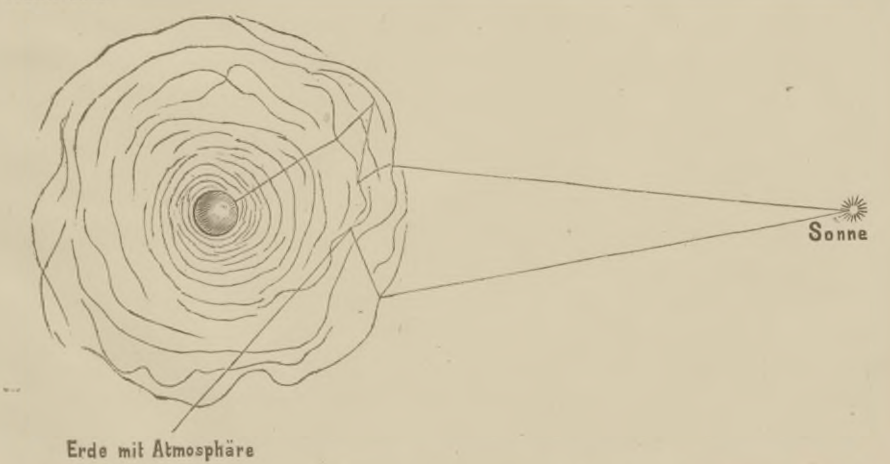
## Zusammenstellung der physikalischen Gesetze, auf welche sich die Erklärung des Verfassers stützt.

**A.** In der Dioptrik wird als Fundamentalsatz gelehrt, dass ein aus einem dünneren in ein dichteres Medium übergehender Lichtstrahl von seiner Bahn an der Grenzfläche abgelenkt wird. Die Ablenkung geschieht zum Einfallslot hin und das Eintreten eines Lichtstrahles von einem dünneren in ein dichteres Medium ist stets möglich. Weiter lässt sich im Anschluss hieran leicht zeigen, dass ein den umgekehrten Weg verfolgender Lichtstrahl bei seinem Übergang aus dem dichteren in das dünnere Medium vom Einfallslot weggebrochen wird. Gewisse Betrachtungen über das Snellius'sche Brechungsgesetz ergeben dann sofort und der Versuch bestätigt es, dass das Austreten aus einem dichteren in ein dünneres Medium für einen Strahl nicht immer möglich ist. Die Bedingungen hierfür hängen von den Brechungsexponenten der beiden Medien ab, und es ist für jede Substanz der Winkel der totalen Reflexion eine constante Grösse. —

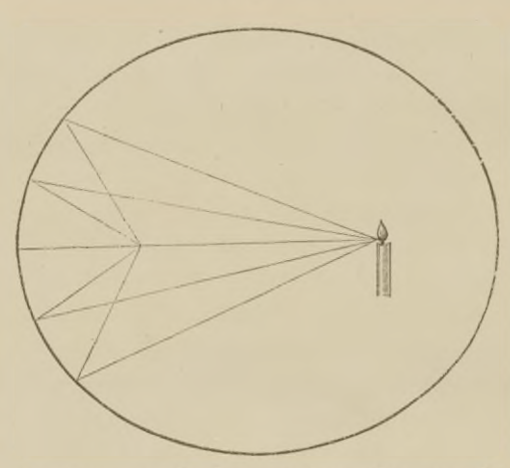
Auf die Beleuchtungsverhältnisse unserer Erde ist die totale Reflexion der Atmosphäre von der grössten Wichtigkeit. Alle Sonnenstrahlen finden, aus dem leeren Weltenraum kommend, in die allmählich sich verdichtende Atmosphäre ungehindert Zutritt, wenn sie auch von ihrer Bahn abgelenkt werden. Dagegen wird eine grosse Menge derselben vermöge der totalen Reflexion nicht sogleich wieder in den leeren Raum durchgelassen. Diese

Lichtmenge gelangt je nach dem Winkel, unter dem sie zurückgeworfen wird, und je nach der Beschaffenheit der sich in stetem Wechsel befindenden Luftschichtenoberflächen entweder nach ein-. zwei- oder noch mehrmaliger Reflexion in unser Auge und lässt uns die Gegenstände wahrnehmen. Fast alles Licht, welches unser Auge trifft, ist total reflektiert. Davon können wir uns einmal leicht überzeugen, wenn wir die Richtung der Strahlen verfolgen, welche unsere Umgebung erhellen, dann aber auch wenn wir uns erinnern, dass direktes oder nur einmal reflektiertes Sonnenlicht uns unerträglich blendet, und so alles behagliche Licht erst auf Umwegen und gemildert zu uns gekommen sein muss. Um von der Menge total reflektierten Lichtes einen ihrer Grösse entsprechenden Begriff zu erhalten, denke man sich an einem schönen Sommertag in der Natur auf der Erde liegend und den klaren Himmel anschauend. All das Blau, was uns erfreut, all der goldige Schimmer, den unser Auge noch soeben ertragen kann, ohne Schmerz zu empfinden, das alles ist Licht, welches für eine kleine Weile in der Atmosphäre zurückgehalten wird, und zwar durch totale Reflexion.

Ist nach den eventuell mehrfachen Reflexionen der Einfallswinkel kleiner als der Winkel der totalen Reflexion, so treten die Strahlen in den Weltenraum aus. Fig. 2 möge in primitiver Weise das eben Gesagte erläutern.




B. Als eine Folge bekannter, geometrischer Eigenschaften der Ellipse in Gemeinschaft mit den Reflexionsgesetzen der Licht- und Wärmestrahlen an spiegelnden Flächen ist es anzusehen, dass alle Licht- oder Wärmestrahlen, welche von einem Brennpunkt eines innen polierten ellip-



tischen Ringes ausgehen, nach dem andern Brennpunkt zurückgeworfen werden. Durch Vorhalten eines transparenten Lichtschirmes oder eines Thermometers kann das durch die Theorie gewonnene Resultat mit Hülfe des Versuches bestätigt werden.

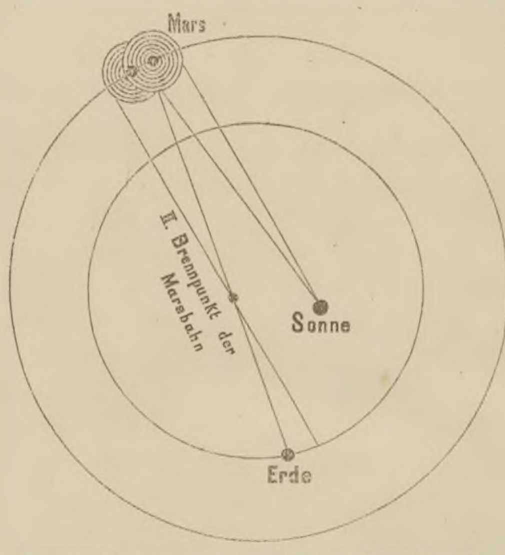
**C.** Seit Keppler seine berühmten drei Gesetze aufgestellt hat, weiss man, dass sich die Planeten in Ellipsen um die Sonne bewegen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht. Wir haben also in unserem Planetensystem mehrere gleichsam virtuelle elliptische Ringe mit einem gemeinsamen Brennpunkt. Die einzelnen Planeten durchlaufen die ihnen vorgezeichneten Bahnen mit grosser Geschwindigkeit. Sie sind in zwei, drei oder mehreren kurz auf einander folgenden Momenten an anderen Stellen ihrer Bahnen und man könnte, da Licht- und Wärmestrahlen reflektiert werden, wohl versucht sein zu fragen, ob nicht die Stellen im Raum, wo die der Sonne zugehörigen Brennpunkte liegen, durch irgend eine Eigenschaft vor den anderen Punkten des Raumes sich auszeichnen. Eine solche Auszeichnung findet nun durch das direkt von der Sonne kommende und an den Planeten selbst reflektierte Licht nicht statt, da an jedem Punkt des Planeten Strahlen auffallen und nach allen Richtungen des Raumes zerstreut werden, indes dürften wir nicht fehl gehen, wenn wir in etwas modifizierter Weise die Bedeutung des der Sonne zugehörigen Brennpunktes wenigstens einer Planetenbahn zu retten versuchen.

## §. 4.

## Erklärung des Zodiakallichtes.

Der Mars besitzt, wie wir nach dem heutigen Stand der Wissenschaft als festgestellt annehmen müssen, eine Atmosphäre. In dieselbe treten Strahlen der Sonne ein. Ein Teil derselben geht hindurch, ein anderer aber wird, ehe er wieder in den leeren Raum gelangen kann, einmal oder öfter total reflektiert. Die totale Reflexion findet nun nicht nur in einem Punkte, sondern in sehr vielen statt, und wenn wir einige benachbarte ins Auge fassen, so schliessen wir, dass die hier reflektierten Strahlen ungefähr nach einer Richtung geworfen werden, ähnlich wie durch eine Summe gleich gerichteter, aus Wassertropfen austretender Strahlen in unserem Auge der Farben- und Lichteindruck des Regenbogens hervorgerufen wird. Befindet sich in dieser Richtung die Erde auf ihrem Lauf um die Sonne, so treffen derartige vom Mars kommende Strahlen unser Auge. Der verursachte Lichtreiz dauert eine Weile fort. Während dessen wird durch andere nachfolgende Strahlen unser Auge von neuem erreicht, und zwar etwa von solchen, die an den nämlichen Stellen der Marsatmosphäre total reflektiert wurden. Wenn aber die reflektierenden Stellen der Marsatmosphäre auch dieselben sind, so ist sie selbst doch nicht mehr an demselben Ort im Raum geblieben, wie wir ja auch nicht ruhen. Sie hat vielmehr eine annähernd elliptische Bahnstrecke durchlaufen, und dem elliptischen Reflexionsgesetz zufolge werden die in den nachfolgenden Zeiten reflektierten Strahlen ungefähr durch den zweiten Brennpunkt der Marsbahn gehen müssen. Dadurch entsteht für uns ein Lichtkegel, dessen Scheitel im zweiten Brennpunkt der Marsbahn liegen kann, und dessen Oeffnung ausser von der Schnelligkeit der Bewegung des Mars und der gegenseitigen Entfernung des Mars und der Erde noch abhängt von der Grösse der für unsern Standpunkt in betracht kommenden total reflektierenden Fläche der Marsatmosphäre.

Wir sagten „liegen kann“. Diese vorsichtige Ausdrucksweise ist nötig und wird sich später rechtfertigen. Vorläufig wollen wir versuchen, durch eine einfache Zeichnung dem Verständniss dieses Paragraphen zu hülfe zu kommen.




Dem soeben geschilderten genetischen Prozess des Zodiakallichtes wird man leicht anmerken, dass er vorangestellt worden ist, weil durch ihn die bei den frühesten Beobachtungen am meisten wahrgenommene kegelförmige Gestalt sich a priori ergiebt. Es soll indes nicht verhehlt werden, dass ein solches Entstehen des Zodiakallichtes durch gewisse Stellungen des Mars zur Erde bedingt ist, nämlich dadurch dass die total reflektierten Strahlen auf ihrem Wege den zweiten Brennpunkt der Marsbahn passieren und zugleich in das Bereich unseres Auges gelangen. Das kann oft der Fall sein, wird aber meist nicht geschehen. Was dann? Wie an allen Punkten der Marsatmosphäre totale Reflexion vorkommt, so treten an allen Stellen Strahlen aus, welche eine ihnen verliehene Richtung verfolgen. Wo demnach auch die Erde schwebt, sie wird immer von total reflektierten Marsstrahlen getroffen. Durch die Bewegung des Mars, den andauernden Reiz der Nervenhaut und die grössere für jede Stellung in betracht kommende total reflektierende Fläche der Marsatmosphäre wird immer ein grösserer Strich des Himmels beleuchtet erscheinen. In solchen Fällen entsteht kein Lichtkegel und in den betreffenden Beobachtungen von Schmidt und Heis ist genug zu lesen, wie es oft ein vergebliches Bemühen gewesen ist die Spitze des Zodiakallichtes mit Sicherheit aufzufinden. —

Wir sind noch nicht mit der Erklärung der Gesamtheit der Erscheinung des Zodiakallichtes fertig. Um einen Schritt vorwärts zu thun, gehen wir zum Gegenschein über. Er wird als ein dem ersten Lichtkegel gegen-

überliegender zweiter beschrieben. Die Worte „erster“ und „zweiter“ sind in unserem Zusammenhang so zu deuten dass erster Lichtkegel so viel heisst, als der Lichtkegel, welchen man überlieferungsmässig in der betreffenden Jahreszeit zu sehen erwartete, während zweiter Lichtkegel so viel sagen will als Spiegelbild des ersten. — Die Existenz des zweiten Lichtkegels erklärt sich auf dieselbe Weise, wie die des ersten; ja wir müssten sogar, wenn der Gegenschein noch nie beobachtet wäre, fragen, warum sehen wir nur einen Lichtkegel?

Auf der vierten Figur ist zur Erklärung des ersten Lichtkegels der Eintritt der Strahlen in die Marsatmosphäre rechts angedeutet und die Reflexion nach links herum zur Erde geführt. Natürlich treten aber überall Strahlen in die Marsatmosphäre, also auch links, und diese werden rechts herum reflektiert Dadurch entsteht der dem ersten Lichtkegel gegenüberstehende zweite. Bei der Continuität der Marsatmosphäre und der continuierlichen Aenderung der Einfallswinkel würde es Wunder nehmen, wenn die beiden Lichtkegel einander getrennt gegenüberständen. Unsere Erklärung drängt von selbst dazu, eine Brücke von einem Lichtkegel zum andern zu schlagen. In der That ist ein solcher Uebergang von Schiaparelli, Brorsen und Heis genugsam beobachtet.

## §. 5.

## Einige Thatsachen, welche durch die vorstehende Hypothese ihre ungezwungene Erklärung finden.

Mit der Ansicht, dass das Zodiakallicht eine Lichterscheinung der totalen Reflexion der Sonnenstrahlen in der Marsatmosphäre ist, stimmen alle Beobachtungen, die seit einer langen Reihe von Jahren von den zuverlässigsten Astronomen gemacht sind, vollkommen überein. Zunächst käme die Frage in betracht, ob die reflektierte Lichtmenge gross genug sei, um den Schein des eigentümlichen Lichtes hervorbringen zu können. Hierauf wird man aber gewiss mit ja antworten, wenn man bedenkt, welche grosse Lichtmenge unsere Atmosphäre total reflektiert. Ausserdem ist der Schimmer des Zodiakallichtes auch schwach genug.

Die Lage des Zodiakallichtes im Tierkreis versteht sich als Reflexionserscheinung der Marsatmosphäre von selbst. Erfreulich würde es noch sein, wenn man erfahren könnte, ob die Achse des Zodiakallichtes je nach der Lage des Mars nördlich oder südlich von der Ekliptik sich befände. Aber darüber giebt Heis in seinen „Zodiakallicht-Beobachtungen“, Köln

1875, Aufschluss. Er sagt pag. VI, dass sich die Achse des Zodiakallichtes meist nördlich von der Ekliptik befunden hätte. Nun, daraus geht hervor, dass die Achse auch südliche Lagen zeitweise inne hatte. Heis hat so wie so nur die Mittelwerte angegeben.

Leicht ist auch drittens einzusehen, woher es kommt, dass oft bei ganz gleichen Bedingungen auf der Erde das Zodiakallicht ab und zu ausbleibt und wieder erscheint. Ueber einen solchen Fall wundert sich A. v. Humboldt ganz besonders. Die Nächte, in denen das Licht nicht gesehen wurde, waren die des 20. und 21. März 1803, obgleich sie von der grössten Schönheit waren. Der Grund kann nur an der Quelle zu suchen sein. Wir meinen, dass in der Marsatmosphäre so starke Wolkenbildungen stattgefunden haben, dass das Sonnenlicht erstens nur schwach durchgedrungen und zweitens nicht wieder oder nur unmerklich herausgekommen ist. Dieselben Gründe sind massgebend für Änderungen in der Lichtstärke des Zodiakallichtes an einem Abend oder Morgen.

## §. 6.
## Schlussbemerkungen.

Die Schwierigkeit des Stoffes, der nun bereits über 200 Jahre zur Bearbeitung vorliegt, veranlasst mich, noch einige Worte der Entschuldigung zuzufügen.

Während ich einerseits wohl glaube, dass die Erklärung in §. 4 auf festen Füssen steht, verkenne ich andrerseits nicht, dass zum vollständigen Identitätsbeweis von Zodiakallicht und den Lichtreflexionen des Mars, deren Existenz physikalische Gesetze fordern, noch einige Beobachtungen nötig sind. Diese Beobachtungen müssten sich an den Lauf des Mars anschliessen und besonders dessen Stellung nördlich und südlich der Ekliptik mit der Lage der Achse des Zodiakallichtes in Zusammenhang bringen. Für mich ist diese Arbeit unmöglich, da mir alle astronomischen Hülfsmittel fehlen. Ich überlasse sie daher gern anderen berufeneren Händen und werde mich freuen, wenn ich höre, dass die ausgesprochenen Vermutungen durch sichere Beobachtungen bestätigt werden.

---

Wenn ich zuletzt noch den Collegen Notzke als Verfertiger der sorgfältigen Figuren erwähne, so erfülle ich damit eine Pflicht der Dankbarkeit, welche ich eben so gern ausübe, als die Arbeit bereitwillig und freundlich übernommen wurde.

